# CARACTERIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS ÁREAS DE NASCENTES EM AMBIENTES URBANOS: EXEMPLOS EM PETRÓPOLIS E TERESÓPOLIS – RJ

Robson Monteiro dos SANTOS[1]
Viviane Espírito Santo RODRIGUES[2]
Jorge Soares MARQUES[3]

RESUMO

Este trabalho partiu da necessidade de estabelecer novas abordagens para melhor caracterização das chamadas áreas de nascentes, face a importância delas para as bacias fluviais e a utilização de recursos hídricos. Esta caracterização incorpora a perspectiva geomorfológica em sentido mais estrito, ao lançar mão de seu corpo teórico como ferramenta para o diagnóstico ambiental. Incorporando à problemática ambiental, debruçou-se sobre questões tais como, o uso e a ocupação do solo e a gestão da água no nível municipal. Por esta razão, adotou-se as escalas locais (entendidas como as áreas urbanas no município) para a realização das primeiras investigações. Ao mesmo tempo, definiu-se a região serrana fluminense para futuros estudos regionais ao se escolher os municípios de Petrópolis e Teresópolis.

Como conseqüência o trabalho almejou identificar a diversidade de ambientes de nascentes, bem como os aspectos negativos e positivos (atuais e possíveis) oriundos da incorporação dessas áreas ao uso urbano e sua futura gestão mais especifica.

Como proposta metodológica, utilizou-se a restituição e a demarcação de bacias de até terceira ordem, incluindo as de ordem zero em escalas de 1:50.000 e 1:10.000. Em seguida, foram levantados perfis longitudinais dos canais principais e transversais dos vales, assim como variáveis morfométricas, tais como: área das bacias, gradiente do canal principal, densidade de drenagem, declividade das encostas e vazão de canais. Além da classificação e descrição de cada bacia (cerca de 200 de primeira ordem), para a análise, de suas condições ambientais, foram a elas associadas características geológicas, de solos e do clima, bem como fatores antrópicos, relativos ao uso e ocupação do solo. Para o levantamento dessas variáveis foram utilizadas imagens, fotografias áreas, cartas do IBGE, da fundação CIDE e saídas ao campo.

Identificou-se 3 grandes conjuntos de áreas de nascentes: os já incorporados ao espaço urbano, os situados em rotas de expansão destes e aqueles localizados em unidades de conservação.

No caso da cidade de Teresópolis, principalmente na sua porção sul, destacou-se uma série de pequenas bacias cuja maior potencialidade se encontrava associada ao turismo e ao veraneio. Elas foram responsáveis por boa parte do processo de desenvolvimento deste setor e conseqüentemente do crescimento urbano. Esse crescimento, muitas das vezes desordenado, veio acompanhado de uma degradação significativa, fazendo com que essas áreas perdessem grande parte de seus atrativos. A exceção ficou por conta das áreas de nascentes situadas no limite ocidental da área urbana, onde a presença do Parque Nacional da Serra dos Órgãos foi positiva para a manutenção das condições iniciais.

1 Universidade do Estado do Rio de Janeiro, portenho@ig.com.br
2 Universidade do Estado do Rio de Janeiro, viviane@on.br
3 Professor Adjunto Universidade do Estado do Rio de Janeiro, jorgesm@uol.com.br

Já em Petrópolis, embora apresentasse em alguns casos condições muito similares àquelas encontradas em Teresópolis, seu potencial de turismo e de veraneio, em áreas de nascentes, foi muitas vezes suplantado pelo desenvolvimento urbano associado a uma forte presença de industrias. Atualmente, predomina o uso residencial destas bacias, repetindo também o processo de ocupação irregular e descontrolado das áreas de nascentes, por populações de alta e baixa renda, a exemplo da vizinha Teresopolis, contribuindo para alterações significativas nas condições hidrológicas, agravamento de cheias urbanas, dos processos geomorfológicos que trazem instabilidade para as encostas e por último da poluição por esgotos domésticos e industriais dos seus rios.

A conclusão destaca que a gestão das áreas de nascentes nestes municípios, deve incorporar as diferenciações geomorfologicas identificadas, com suas potencialidade e restrições, valendo-se também destes parâmetros para recuperar atuais áreas degradadas e orientar melhor a expansão urbana garantindo com isto a qualidade ambiental.

## INTRODUÇÃO

### Importância das áreas de nascente

De um modo geral o estudo de áreas de nascentes, tem recentemente despontado como um intenso campo de investigação. Este crescente interesse pelo estudo por este tipo de ambiente é na verdade um rebatimento da crescente preocupação com o meio ambiente como um todo e mais especificamente da questão referente à escassez de água.

A expansão de espaços urbanos, principalmente, acaba por fazer desaparecer os pequenos cursos d'água que, não raro em cidades de porte médio poderiam chegar a mais de uma centena de canais, são comumente aterrados ou incorporados às redes de esgoto pluviais.

Apenas como exemplo, sem contar com o escoamento superficial nos momentos de chuva, um pequeno canal com vazão de um litro de água por segundo, em 1 ano, por ele teria escoado cerca de 20 milhões de litros d'água.

A ocorrência de áreas de nascentes no estado do Rio de Janeiro,como em qualquer outro território, apresenta-se espacialmente diferenciada em função da presença conjunta de alguns elementos e características tais como a estruturação geológica-geomorfológica dos terrenos, o uso e cobertura do solo e os níveis de precipitação, variando de áreas de índices mais elevados como na Região Serrana e Região Sul fluminense até áreas com índices de ocorrência mais baixos como no caso do noroeste do estado.

### Importância ambiental

Percebe-se que o estudo das áreas de nascentes tem apresentado uma crescente diversificação de interesses e abordagens, além dos já tradicionais estudos de vazões por parte da hidrologia (comum à geografia, geologia, engenharia civil e outras), ou dos estudos geomorfológicos, somam-se estudos de uso e cobertura do solo, de relações ecológicas, dentre outras.

A despeito destes novos espectros de abordagem, o enfoque geomorfológico tem se mostrado como eficiente ferramenta de diagnóstico que quando articulada ao planejamento e ordenamento territorial tende a ampliar a capacidade de compreensão e intervenção nestes tipos de ambientes.

Sob este escopo cabe destacar que as ditas áreas de nascente, localizam-se, em sua grande maioria, em encostas ou nas suas proximidades, onde vários fatores contribuem para fazer destas áreas, locais de grande vulnerabilidade frente a ações antrópicas de degradação do ambiente (FARIA, 1996). Além deste aspecto é sempre importante ter em mente que, ao menos em tese, os fluxos superficiais em áreas de nascente apresentam uma maior probabilidade de apresentar águas de qualidade superior, chegando em muitos

dos casos a atingir os níveis de águas especiais e classe 1 determinadas pela resolução CONAMA 357, conforme a tabela 1. Obviamente que a qualidade das águas nestas áreas irá variar em função, dentre outras coisas, da relação estabelecida entre a bacia hidrográfica e a população que dela lança mão.

Tabela 1. Classes de água

| Classe | Destinação |
|---|---|
| Especial | consumo humano, com desinfecção |
| | preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas |
| | preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral |
| Classe 1 | consumo humano, após tratamento simplificado |
| | proteção das comunidades aquáticas |
| | recreação de contato primário |
| | irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo |
| | proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas |
| Classe 2 | consumo humano, após tratamento convencional |
| | proteção das comunidades aquáticas |
| | recreação de contato primário |
| | irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto |
| Classe 3 | consumo humano, após tratamento convencional ou avançado |
| | recreação de contato secundário |
| | pesca amadora |
| | irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras |
| | dessedentação de animais |
| Classe 4 | harmonia paisagística. |

Fonte: Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005

Sob o ponto de vista hidrológico, as áreas de nascentes também se apresentam como importantes por serem grandes contribuintes para os volumes de vazão dos cursos de hierarquias superiores.

É importante lembrar que as áreas de nascentes, estão em posição que coincidem com a localização de uma faixa de transição entre áreas de predominância de ocorrência de processos geomorfológicos de encostas com outras onde predominam os processos fluviais, contribuindo para a existência de áreas de instabilidade considerável, geradora de eventos às vezes catastróficos de freqüência reduzida e intensidades mais elevadas.

É importante assinalar também a efetiva dimensão do total das áreas de nascentes no total da área das bacias hidrográficas.

Importância econômica

Além da importância essencialmente ambiental, as áreas de nascentes apresentam um papel importante no desenvolvimento econômico de muitos municípios, como no caso de Teresópolis e Petrópolis, na região serrana do estado do Rio de Janeiro. A presença de um grande número de áreas de nascentes contribuiu de forma notável para o seu desenvolvimento e consolidação. (SANTOS, 2004a; RODRIGUES, 2005)

Sua atuação perpassa por setores como a agricultura, turismo, o abastecimento e saneamento urbano básico. Na agricultura as áreas de nascentes atuam fornecendo água para o cultivo, incluindo culturas com alto despêndio como o caso do tomate, comum em toda a região serrana do estado; no turismo a ocorrência de quedas d`água e de belos cursos d`água contribuem para atribuir a estas áreas uma capacidade de atração elevada, principalmente quando articuladas a outros elementos, como unidades de conservação, trilhas etc; e por última, em áreas urbanas a existência de áreas de nascentes, contribui

como fator de atração e fixação de população, principalmente em um contexto de baixos percentuais de alcance dos serviços de saneamento em áreas urbanas. Esse mesmo fenômeno, que no passado tornou-se um dos responsáveis pelo inicio da urbanização em alguns bairros ou cidades brasileiras tem novamente ameaçado algumas nascentes e quedas d`águas localizadas em rotas de expansão urbana, como resultado de um somatório de falta de ordenamento territorial, falta de política habitacional e ausência de investimentos em serviços de água e esgotos urbanos.

## MÉTODOS e TÉCNICAS

### Localização

O estudo das áreas de nascentes está sendo desenvolvido na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, onde predominam feições geomorfológicas características de ambientes com relevo bastante movimentado, condicionando as características hidrológicas e de ocupação do terreno, pressupõe a geração de trabalhos específicos a cada município e abordagens mais abrangentes. Tanto a nível local quanto regional, há também o interesse de definir formas de abordagem.

A Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro é composta por 14 municípios: Petrópolis, Nova Friburgo, Bom jardim, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Santa Maria Madalena, São José do vale do rio Preto, São Sebastião do Alto, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de morais. Todos estes se encontram assentados sobre a Serra do Mar.

Em tal análise foram selecionados inicialmente dois municípios da região, a saber Petrópolis e Teresópolis, que podem ser visualizados nos mapas nº 1 e nº 2 a seguir.

Petrópolis se destaca em toda região serrana por ser a cidade mais antiga e mais densamente povoada contando atualmente, de acordo com dados do censo 2000 do IBGE com um total de 286.348 habitantes, estando deste total 181.638 habitantes (aproximadamente 63%) localizados no primeiro distrito, e mais de 94% situados em área urbana.

Teresópolis é, em termos populacionais, o terceiro maior município da região serrana, contando com um total de 138.019 habitantes, sendo que cerca de 83% deste total residem em área urbana.

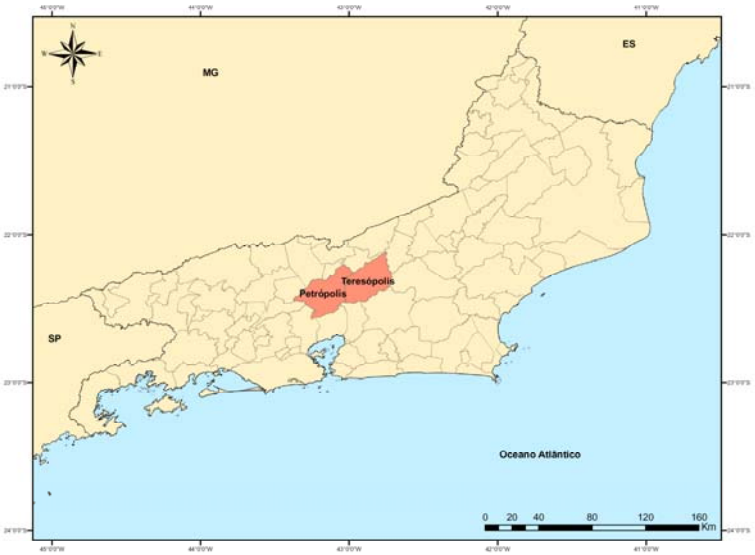


Figura 1. – Mapa de Localização dos municípios.

Figura 2 – Mapa das redes de drenagem dos municípios.

A busca por informação se deu, em primeira instância através do levantamento cartográfico das áreas em questão. Esse levantamento obedeceu à disponibilidade de cartas, tendo sido realizada na escala 1:50.000 no município de Teresópolis e 1:10.000 no município de Petrópolis. As áreas de cada nascente foram definidas, identificadas e constituiram as unidades espaciais para mapeamentos e analises.

Este procedimento possibilitou, antes de tudo a identificação das bacias hidrográficas e da disponibilidade total de canais de primeira ordem o que se convencionou chamar de microbacias, as quais apresentam áreas inferiores a 1 $km^2$ , conforme definiu FARIA (1994).

Outro procedimento adotado foi o levantamento de algumas variáveis morfométricas, a partir do material cartográfico, visando caracterizar e estabelecer comparações entre as diversas áreas de nascentes.

Cabe destacar que, a escala de análise, constitui-se em um dos problemas centrais da própria geografia e sua repercussão sobre problemas de natureza cartográfica não podem jamais ser negligenciados.

Em estudos de áreas de nascentes uma escolha mal feita da escala de mapeamento pode levar a resultados completamente distintos. Tal fenômeno ocorre como resposta natural da redução ou ampliação de elementos como precisão e exatidão. (SANTOS, 2004b)

A exatidão pode ser dimensionada de acordo com a equação a seguir: $A = f(1/E)$ onde, *A* é *acuracy* e vem originalmente do inglês e siginifica exatidão *E* é *escala.* Uma vez que: $E = f(d/D)$, sendo d dimensão medida na carta e D dimensão real do objeto, substituindo a variável E tem-se que: $A = f(D/d) \Leftrightarrow A \leq 1$ A condição de que A seja menor ou igual a um visa demonstrar que para representações gráficas cujo tamanho supere a dimensão real do objeto tende a não acrescentar nenhuma informação.

A precisão de um dado pode ser entendida como o grau de medição ou sensibilidade de um determinado equipamento, ou técnica empregada para seu levantamento. Neste aspecto é importante ressaltar a diferenciação entre precisão e exatidão. (SANTOS, 2004b)

Sintetizam-se os problemas de exatidão e precisão ao se estabelecer como principio norteador a idéia de que a existência de uma nascente pode ser suprimida de acordo com o grau de exatidão da carta da qual se lança mão ou, em função da precisão dos dados contidos em uma carta, um determinado curso de águas superficiais seja classificado como intermitente quando na verdade venha a ser perene ou efêmero.

De modo mais prático o problema da exatidão pode ser quantificado quando se levam em consideração os problemas relacionados ao erro gráfico, o qual se refere a menor grandeza medida no terreno capaz de ser representada em desenho por meio da mencionada escala e é indicado pela equação: $D = T/(0.0002m)$ Onde ***T*** é o tamanho em metros do menor objeto que se deseja representar e *D* é o denominador da escala (dimensão real do objeto), devendo este também ser convertido para metros visando assim viabilizar o calculo.

Cabe lembrar também que para efeitos de comparações entre áreas de nascente é mister que os dados morfométricos, os quais servem de subsidiário para a comparação propriamente dito, devem ser realizados em escalas compatíveis entre si.

Entendendo-se a área da bacia definida como menor ou igual a 1 km$^2$ pode-se estabelecer uma relação media entre o tamanho dos cursos a se representar através de índices como a Densidade de Drenagem e a Densidade de nascentes, definidas pelas equações: $Dd = Lt/Ab$, Onde, *Dd* é a densidade de drenagem *Lt* é o comprimento total e *Ab* é a área da bacia; $Dn = Nt/Ab$ onde, *Dn* é a densidade de nascentes.

Altos índices de densidade de drenagem indicam uma vasta rede de drenagem o que tende a indicar a presença de canais maiores e portanto um mapeamento com escalas menores e maior manobra para os coeficientes de erro gráfico. Entretanto estes valores podem ser afetados pela densidade de nascentes, uma vez que um elevado valor para este coeficiente indica que a despeito da vasta rede de drenagem o comprimento médio dos cursos representados tende a diminuir e desta forma a representação gráfica devera buscar uma escala cujo erro gráfico seja menor.

Em áreas como o município de Teresópolis, observam-se cursos de água muito pequenos, como aquele que origina a Fonte Amélia com pouco mais de 150m de comprimento (SANTOS, 2004a). Neste caso um erro gráfico de 0.3 poderia comprometer completamente o mapeamento de tal curso.

Como sugestão para a equação deste problema, aconselha-se uma inicialmente uma subdivisão da área de estudo em uma escala de 1:50.000 que permita a priori estabelecer o grau de relacionamento entre densidades de drenagem e densidade de nascentes geral de toda a área de estudo. Situações, como alta densidade de nascentes e proporcionalmente baixos índices de drenagem indicam uma necessidade elevado grau de exatidão e baixo erro gráfico enquanto que uma situação inversa com baixa densidade de nascentes e elevada densidade de drenagem indicam a existência de cursos maiores e portanto menos sujeitos aos erros gráficos.

O estabelecimento do que se entende por índices baixos ou altos ira variar em função do universo de amostra, desta forma a classificação inicial na escala 1:50.000 assume também a função de base para a possibilidade do estabelecimento de classificações em de índices médios, medianos e da covariância existente nas diferentes bacias.

Obviamente uma escala 1:50.000 pode induzir a erros bastante graves para mapeamento de áreas tão pequenas como as microbacias, mas não se pode negar sobre que este instrumento inicial pode ser bastante proveitoso permitindo ao pesquisador a escolha posterior de um mapeamento mais detalhado (e também mais trabalhoso e caro), desde que este se justifique pelo ganho de informações.

Sintetiza-se o problema da escolha da base cartográfica como uma equação que deverá ser solucionada em função de diversas variáveis tais como custos, disponibilidade e operabilidade mas também exatidão, precisão e erro gráfico em função dos objetivos que se almeja alcançar e dos índices estatísticos de densidades de nascentes e densidades de

drenagem, os quais tendem a ser manter mais ou menos constante para pequenas variações de escala[4].

Equacionado o problema da escala de mapeamento a etapa seguinte consiste na investigação histórica do processo de ocupação. Este levantamento proporcionará ao tomador decisão conhecer o modo pelo qual os agentes modeladores do uso do solo atuaram sobre aquele recorte espacial ao longo do tempo (incluindo o tempo presente) criando e alterando as configurações espaciais.

Cabe lembrar a possibilidade também de uma restituição da drenagem quando não são disponíveis levantamentos em documentos de escala maior, permitindo levar em conta a existência de canais efêmeros.

A ultima etapa deste estudo consistiu na proposição de intervenção no processo de ocupação territorial nas áreas de nascentes e seu entorno, podendo ate mesmo configurar como relatório auxiliar à criação e implementação dos planos diretores municipais.

Esta etapa consiste no cruzamento das informações quantitativas, proveniente da analise geomorfológica e do uso de solo com as informações qualitativas referentes ao processo de construção do uso do solo.

Ocupação urbana em áreas de Áreas de nascentes

De modo geral, pode-se dizer que a construção do espaço urbano se dá principalmente a partir da atuação de 5 (cinco) grandes grupos atuantes, sendo eles: Os proprietários dos meios de produção (grandes capitalistas); Os proprietários fundiários; Promotores Imobiliários; O Estado; Os grupos sociais excluídos. (CORREA, 1998)

Cada um destes atores, apresenta estratégias próprias de atuação sobre o espaço, embora algumas destas estratégias possa ser comuns a alguns, dificilmente se observa uma conexão perfeita de estratégias e objetivos entre dois agentes atuantes concomitantemente sobre o mesmo recorte espacial.

Esta atuação diferenciada sobre o espaço, em especial sobre as áreas de nascentes, tende a trazer consigo uma diferenciação na ordenação espacial e rebatimentos sobre os problemas ambientais e de gestão dos recursos hídricos.

CORREA (1998) afirma que a organização espacial é uma expressão da sociedade em si mesma, uma materialidade social. Desta forma a organização espacial atua em coordenação com a sociedade que a materializou na remodelação do uso do solo presente em um processo dialético.

De um modo geral o olhar sobre o processo histórico de uso e ocupação permite com uma visão geográfica estabelecer não somente a atuação presente dos agentes modeladores do uso do solo, mas a também a identificação da permanência de problemas decorrentes de um certo tipo de ação sobre o solo urbano realizado no passado mas que permanecem atuantes até o presente momento em função da materialidade social exercida por estes agentes através do ordenamento do uso do solo imposto no passado.

Na compreensão das características do parcelamento do solo em Petrópolis e Teresópolis e das formas de ocupação dessas áreas é fundamental considerar os processos históricos e principalmente a complexidade do meio físico.

Em suma, pode-se afirmar que o uso do solo é uma ação intertemporal e que tende a influenciar a reorganização espacial mesmo que seus criadores já não atuem com tanta força sobre o recorte espacial em questão e que tem papel fundamental para a problemática das áreas de nascentes.

[4] Grandes variações de escala podem produzir alterações significantes nesta relação que dependerá do levantamento de outras variáveis além das já mencionadas como por exemplo o índice de bifurcação de canais.

De posse destas informações uma abordagem geográfica, encontra-se mais prontamente munido para um diagnostico ambiental das áreas de nascentes, identificando os problemas ambientais existentes e estabelecendo um elo de relacionamento entre estes e seus geradores, mesmo que estes não mais atuem sobre as áreas de nascentes.

Especificamente sob o aspecto quantitativo da vazão um índice morfométrico bastante significativo é o coeficiente de manutenção. Este índice indica a área mínima necessária para a manutenção de um metro de um canal de escoamento.

Para uma expressão da densidade de drenagem em metros CHRISTOFOLETTI (1974) designa a seguinte equação para o calculo do coeficiente de manutenção: $Cm = (1/Dd) * 1000$ onde Cm é o coeficiente de manutenção e Dd é a densidade de drenagem.

Visando estabelecer o grau de degradação, entende-se que o mapeamento de uso do solo tende a oferecer a informação mínima necessária, uma vez que permite definir escalas do grau de antropofização das áreas de nascentes. Em geral a disponibilidade dessas informações é mais fértil no campo da análise qualitativa, permitindo no máximo a visualização de uma escala crescente do grau de degradação decorrente dos níveis de antropofização. Esta mesma escala pode servir como base para uma metodologia de cunho quantitativo ainda que de modo mais generalista. Por exemplo, a presença de uma escala identificando a presença de áreas de mata fechada, campos de agricultura e área urbana, permite estabelecer uma escala crescente do nível de alteração dos ambientes em uma escala de 1 a 3.

De posse destas variáveis em conjunto com as outras supra citadas, como *Dd, Dn* e *Cm*, pode-se estabelecer comparações e diferenciações entre um conjunto de áreas de nascentes inseridas em seu recorte espacial bem como estimar comparativamente o grau de alteração antrópica existente. Além disto esta abordagem, em conjunto com a devida atenção sobre a problemática da escala permite um conhecimento mais detalhado do universo de áreas de nascentes existentes no contexto municipal, seja ela em áreas de conservação, de agricultura, urbanizadas ou em vias de novas ocupações. (SANTOS, 2004a)

Partir desta abordagem permite ao tomador de decisão, dentro de seu universo de analise, estabelecer prioridades de intervenção obedecendo à ordem crescente dos níveis de fragilidade, e intervenção antrópica.

Obviamente, para uma análise do grau de antorpofização destas áreas, dados mais refinados, tais como a área percentual de impermeabilização (para ambientes urbanos) fornece informações muito mais precisas, entretanto em função do seu grau de sofisticação pode por muitas vezes inviabilizar a citada proposta no caso de prefeituras menos providas de recursos.

Áreas de nascentes e poder municipal

De acordo com o art. 33 da Lei 9433/97, a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Sistema Nacional de Recursos Hídricos é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; Os Comitês de Bacia Hidrográfica; Os órgãos dos poderes públicos, federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; As Agências de Água.

Para a implementação desta política a própria Lei 9433/97 advoga a adoção da bacia hidrográfica como unidade para planejamento e implementação da gestão dos recursos hídricos.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial, cria um problema institucional por se tratar de uma divisão diferenciada da estrutura político-administrativa vigente no país.

Visando superar esta deficiência e promover uma gestão descentralizada instituiu-se os comitês de bacia os quais podem ser estabelecidos seguindo a orientação exclusiva da Lei Federal para o caso de bacias cuja dominialidade dos rios seja da União ou a coordenação das Políticas Federal e Estadual no caso de rios de domínio estadual.Em qualquer um dos casos se observa a possibilidade da presença do representante legal da esfera municipal em sua composição. Entretanto de um modo geral a escala municipal não apresenta um grande nível de competências atribuídas legalmente.

A despeito desta estruturação jurídica vigente, trata-se de um grave erro acreditar que o papel da escala local seja desprezível para a gestão dos recursos hídricos, haja vista que se tratar de uma atividade interescalar dada à complexidade do tema e o nível de variáveis envolvidas.

Dentre as várias abordagens plausíveis de uma análise na escala local aplicável a gestão dos recursos hídricos, convém destacar nesta oportunidade aquela mais evidente.

A primeira vista, salta aos olhos na Lei 9433/97 o artigo de nº 4 em seu parágrafo V, o qual destaca a necessidade da articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo. Cabe também lembrar que de acordo com a Constituição Federal, compete ao poder municipal a elaboração e implementação de um dos mais importantes instrumentos de ordenamento territorial vigente em nosso pais, o Plano Diretor. (CF art. 182 §1º)

Sobre este escopo, ergue-se este trabalho tendo como objetivo geral analisar a importância de um ordenamento territorial atuante em áreas de nascentes a partir da escala local e almejando como objetivo específico estabelecer o conjunto de variáveis relacionadas e capazes de fornecer informações úteis e necessárias para o diagnostico e confecção de um plano de intervenção nestas bacias.

A preocupação com esta temática especificamente tem origem na tentativa de construção de um denominador comum capaz de viabilizar de forma mais efetiva, em escala local (entendendo aqui o local como municipal) um instrumental funcional para a adequação de forma mais direta uma das diretrizes prevista pela Política Nacional de Recursos Hídricos, qual seja: a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.(Lei 9433/97 art 3º)

## RESULTADOS

### Petrópolis

O processo de ocupação dos espaços onde estão situadas as áreas de nascentes no 1º distrito do município de Petrópolis obedece à lógica de adensamento nos fundos dos vales e posterior ocupação irregular de encostas, trazendo consigo inúmeros problemas, já de longa data, sendo possível encontrar até mesmo em arquivos do Museu Imperial, referências a problemas como enchentes datadas de 1898. (RODRIGUES, 2005)

De um modo geral o entorno do rio Piabanha, serviu marco urbano inicial para a cidade de Petrópolis através do plano urbanístico proposto pelo Major Júlio Frederico Koeler, o qual tinha a principio uma concepção organicista, na qual a ocupação urbana segue uma lógica de um espaço irregular e assimétrico diretamente ligado à natureza. (GONÇALVES, 1998).

O plano urbanístico de Koeler, que por muito tempo direcionou a ocupação do município de Petrópolis, foi feito seguindo o curso dos três principais rios da cidade Palatinato, Quitandinha e Piabanha.

O objetivo principal em seu projeto urbanístico apresentado em 1846 para a Vila Imperial, rodeada por doze quarteirões coloniais inicialmente, era manter o equilíbrio entre o crescimento e a preservação da cidade, integrando a ocupação humana e à paisagem, como pode ser observado na figura nº 1:

Figura 3 – Planta de Petrópoils com Distribuição dos Prazos (Lotes) em 1860. FONTE: Instituto Histórico de Petrópolis

O levantamento morfométrico do município de Petrópolis foi realizado nas três grandes bacias do primeiro distrito, entendido como a principal área urbana.

Observou-se, de modo geral a seguinte conformação:

Tabela 2. Índices morfométricos levantados em escala 1:50.000

| | PIABANHAS | QUITANDINHA | PALATINATO |
|---|---|---|---|
| **Área (km)** | 13,5 | 7,05 | 4,2 |
| **Densidade de drenagem** | 3,2 | 1,4 | 2,8 |
| **Amplitude altimétrica (m)** | 806 | 180 | 780 |
| **Comp. Total dos cursos (km)** | 43,7 | 7,9 | 12,2 |

Fonte: RODRIGUES, 2005

Tabela 3. Índices morfométricos levantados em escala 1:10.000

| | PIABANHAS | QUITANDINHA | PALATINATO |
|---|---|---|---|
| **Altitude de Nascentes** | 1.160 | 960 | 1.700 |
| **Comp. Do rio principal (Km)** | 13,8 | 7,05 | 7,1 |
| **Densidade de rios** | 4,5 | 1,2 | 2,3 |
| **Gradiente de canais** | 26 | 22,6 | 126,7 |
| **nº de canais de primeira ordem** | 62 | 7 | 10 |

Fonte: RODRIGUES, 2005

Em termos práticos, o levantamento em escala 1:10.000 permite a comparação das bacias no interior do município, não sendo possível este tipo de análise no nível intermunicipal em função da ausência de dados disponíveis neste nível de precisão.

A bacia hidrográfica do Piabanha trata-se de uma bacia de 4ª ordem cuja distribuição de suas áreas de nascentes se dá da seguinte forma:

Tabela 4 Índices morfométricos levantados em escala 1:10.000

| Classe de Altitude das Nascentes (m) | Total de canais de 1º Ordem |
|---|---|
| 800-899 | 8 |
| 900-999 | 30 |
| 1000-1099 | 15 |
| 1100-1199 | 5 |
| acima de 1200 | 4 |

Fonte: RODRIGUES, 2005

Dentre os diversos usos estabelecidos no interior da bacia, destaca-se, a captação de água por parte das companhias Água Mineral Petrópolis e Águas do Imperador, englobando um total de 12 nascentes. Nestas áreas à nordeste da bacia, o grau de antropofização dos ambientes é bastante controlado, até mesmo por interesse das companhias em manter uma certa qualidade das águas das quais lançam mão, até como meio de barateamento dos custos de produção e/ou melhoria do produto.

Em áreas mais próximas ao fundo do vale, a Oeste, a ocupação urbana se intensifica, sendo, desde o período colonial, uma área com elevada densidade de ocupação, englobando 6 pequenas nascentes.

Ao Sudoeste da bacia, observa-se a ocupação mais recente, através de condomínios residenciais de classe média e shoppings-centers, englobando um total de 9 nascentes em seu entorno.

Partindo-se do trecho central ate o trecho à sudeste, observam-se os bairros mais densamente povoados de todo o primeiro distrito, abrigando desde áreas comerciais, ate residenciais de baixa renda, com abrangência total de 15 pequenas nascentes.

As demais 20 nascentes espalhadas pelo interior da bacia alternam-se entre áreas de ocupação periférica até, áreas de ocupação urbana moderada estando estas localizadas em diversas direções ao longo dos cursos fluviais.

Observando-se o gráfico nº 1, que apresenta o perfil longitudinal do rio Piabanha, percebe-se que a declividade é alta até o sexto quilômetro percorrido, o que aumenta o gradiente do canal neste trecho. No entanto, deste quilômetro até o distrito de Pedro do Rio (situado a 660m de altitude), após percorrer cerca de 38,0 km, o canal principal do Piabanha possui um gradiente bastante reduzido (1,3 m/km). Isto evidencia que o gradiente do canal dentro do trecho estudado apresenta uma média incorreta se comparada com a adquirida em uma análise de todo o canal principal.

O rio Piabanha ao se aproximar do centro da cidade de Petrópolis, percorre uma área com topografia menos acidentada, cortando o estreito e longo vale por onde se expandiu a população e as atividades econômicas do município, o que conseqüentemente reduz o gradiente.

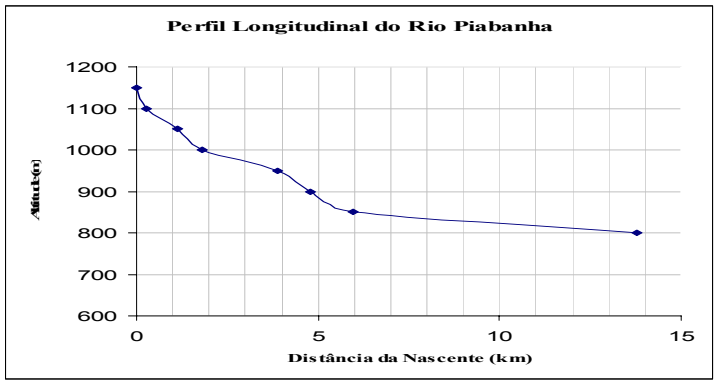


Figura 3. Perfil Longitudinal do Rio Piabanha

Este baixo gradiente explica as constantes inundações na área central do 1º distrito, e nos bairros situados à nordeste do centro da cidade, como Correias e Nogueiras, no 2º distrito (Cascatinha) e no 3º distrito (Itaipava).

A partir da análise das folhas 1: 10.000, foi possível estabelecer não apenas a hierarquia da drenagem da bacia do Piabanha, mas também verificar o tipo de uso do solo e a topografia dos canais de 1ª ordem da mesma.

Tabela 5 Índices morfométricos levantados em escala 1:10.000 (Bacia do Rio Planaltino)

| Classe de Altitude das Nascentes (m) | Total de canais de 1º Ordem |
|---|---|
| 1100 a 1299 | 4 |
| 1300 a 1499 | 3 |
| 1500 a 1700 | 3 |

Fonte: RODRIGUES, 2005

O rio Palatinato, antigo Córrego Seco, também conhecido como rio Palatinado e Palatino, representou importante papel na história de Petrópolis.

A bacia do Palatinato está completamente inserida dentro da Unidade Santo Aleixo, formada por migmatitos heterogêneos. Apresenta uma densidade de drenagem média, de 2,8 km/ $km^2$ . Pode-se afirmar que possui uma pequena permeabilidade (capacidade de infiltração) em função do reduzido número de afluentes, com menor retrabalhamento da paisagem.

Esta bacia possui uma hierarquia inferior quando comparada à bacia do Piabanha, mas apresentam características próprias que a diferem nos aspectos físicos e humanos.

Sendo o terceiro rio em importância para Petrópolis, o Palatinato nasce no bairro Alto Morin, especificamente no Morro do Cobiçado, a oeste da Serra dos Órgãos, sendo neste trecho chamado de rio Morin. Depois de receber o rio Limpo, desce pelas Ruas General Marciano Magalhães, Dr. Sá Earp e Souza Franco, passando entre a Rua Caldas Viana e pela Rodoviária Imperatriz Leopoldina, seguindo pela rua do Imperador até encontrar-se com o Quitandinha.

A bacia do Palatinato apresenta baixa densidade de rios (2,3), demonstrando sua reduzida capacidade gerar novos cursos d'água.

Verifica-se que o comprimento total dos cursos do Palatinato, totalizam 12,25 km. O índice de rugosidade, proposto por Melton (1957) Apud: Christofoletti (2003)., combinando a declividade, e o comprimento das vertentes com a densidade de drenagem. A bacia do Palatinato possui um índice de rugosidade de 2.246, ou seja um índice superior ao da bacia do Quitandinha.

A amplitude altimétrica máxima (Hm) do Palatinato possui valor de 880m (cota máxima de 1700m e mínima de 820m).

O gráfico nº 2, com o perfil longitudinal rio Palatinato, nos permite fazer algumas considerações à cerca de algumas das características da drenagem na área da bacia do mesmo.

O rio Palatinato é o que apresenta o maior gradiente do canal principal (127,6m/km) o que indica a maior declividade da área drenada pelo mesmo e, portanto os riscos correm as populações que vêm ocupando continuamente as margens da bacia. Em áreas de declive acentuado predominam processos erosivos e de transporte de materiais. Desta forma são comuns os problemas com movimentos de encosta na área banhada pelo Palatinato e por seus afluentes.

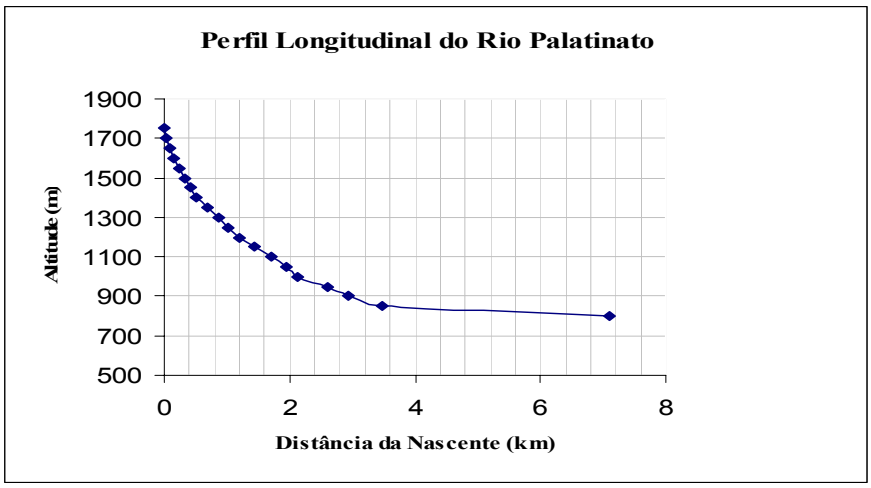


Figura 4 Perfil Longitudinal do Rio Palatinato

Sendo uma bacia de 3ª ordem, o Palatinato possui 10 afluentes de 1ª ordem, ocupando uma área de 4,2 km$^2$.

Em termos percentuais esta bacia apresenta um grau de preservação mais elevado de suas nascentes quando comparada a bacia do rio Piabanhas, haja vista que 4 de suas 10 nascentes encontram-se localizadas em área de mata ciliar preservada, também relacionadas a atuação da companhia Águas do Imperador.

As outras 6 nascentes localizam-se em áreas de expansão urbana intensa, estando 3 destes canais de primeira ordem parcialmente drenados por meio de manilhas subterrâneas.

Historicamente encontram-se registros do que se constituiria em um 11º canal de primeira ordem, estando este completamente invisível hoje, tanto em material cartográfico, quanto em saída à campo, havendo sido provavelmente totalmente canalizado e aproveitado como escoadouro de esgotos residenciais.

Por último analisou-se a bacia do Rio Quitandinha, representada no mapa nº 3, a qual apresenta o maior percentual de ocupação urbana, estando 100% de suas 7 nascentes plenamente incorporadas ao ambiente urbano, estando as mesmas distribuídas, entre altitudes que variam entre 960 e 920 metros, o que demonstra uma maior homogeneidade da bacia. Esta homogeneidade pode ser ratificada ao observar-se a amplitude altimétrica desta bacia, estando muito abaixo das demais, contribuído de forma expressiva para explicar a intensa incorporação destes ambientes ao espaço urbano.

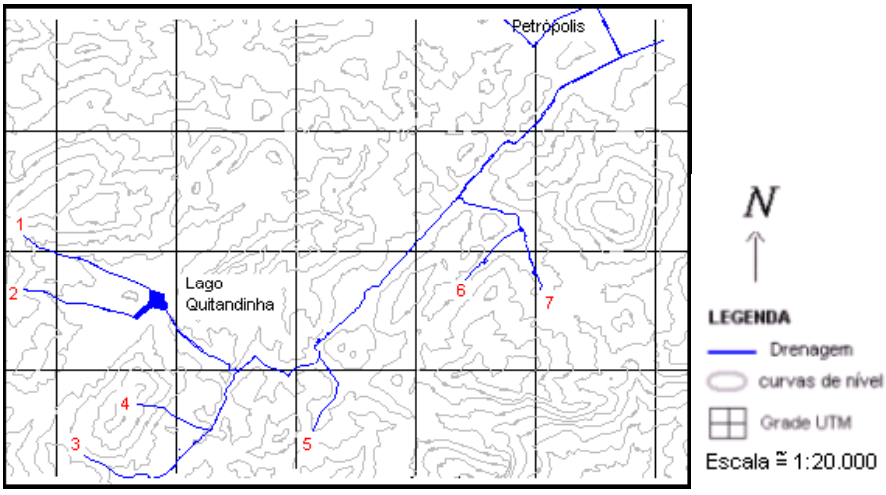


FIGURA 5: Mapa de Canais de 1ª Ordem da Bacia Hidrográfica do Quitandinha. Fonte: Adaptado do Mapeamento 1:10. 000 (PMP), 1994.

A baixa vazão e o fluxo lento favorecem a proliferação de ratos e insetos, o que é notado principalmente no trecho do rio Quitandinha que é margeado pela rua do Imperador.

Assim como o Palatinato, ao ter suas águas extraviadas para outro curso, tornou-se um meio propício à reprodução de vetores de doenças, o mesmo ocorre com o Quitandinha, e a situação nos parece ainda mais grave neste segundo, haja vista as condições de suas cabeceiras de drenagem.

A bacia do Quitandinha, dado o alto nível de atividade antrópicas estabelecidas no entorno, não se apresenta como uma opção para o abastecimento de águas na cidade de Petrópolis. A ocupação de suas margens o tornou incapaz de suportar o volume de água que recebe no período das chuvas. Ao cortar áreas densamente ocupadas, recebendo águas pluviais e esgotos , provoca enchentes e inundações, em parte de seu percurso, atingindo até o centro histórico.

Por estarem os mananciais situados em áreas de elevada declividade e altitude, o desmatamento causado pela ocupação das encostas, acaba por provocar o aumento dos movimentos de massa, que causam entulhamento dos canais fluviais, aumentando o risco de inundações na parte mais baixa das bacias, além de exigir um contínuo trabalho de dragagem.

Além disso, essas áreas ocupadas irregularmente, colocam em risco de vida toda população residente, que aliado ao desmatamento de seus afluentes de 1ª ordem estabelecidos ocupados por construções antrópicas, contribui para acelerar o assoreamento de todo o canal principal, reduzindo consideravelmente a sua profundidade.

No gráfico nº 5 é apresentado o perfil longitudinal do canal principal do rio Quitandinha. A análise deste gráfico nos permite concluir que este canal apresenta todas as suas cabeceiras de drenagem situadas na cota de 900m de altitude, o que em parte explica sua elevada ocupação urbana. Uma vez que a cidade de Petrópolis localiza-se a uma média de 845m de altitude, a bacia hidrográfica do Quitandinha foi a que apresentou as menores restrições e as maiores possibilidades para os ocupantes de suas margens, embora possua o canal principal possua um grandiente elevado (22,6m/km).

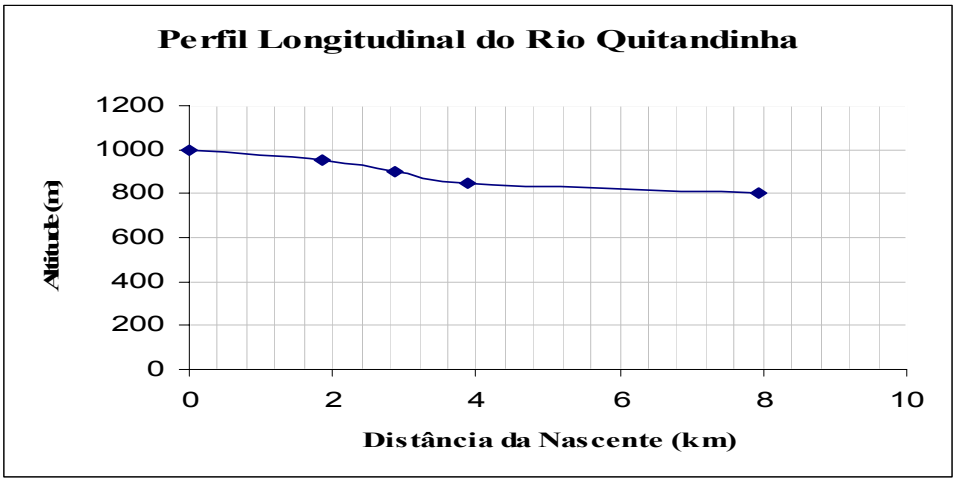


Figura 6 - Gráfico do Perfil Longitudinal do Rio Quitandinha

Modificadas as formas de uso das bacias, altera-se também a captação e o armazenamento da mesma. Com o uso intenso das áreas de cabeceira, as nascentes vão migrando para áreas à jusante, até o ponto em que desaparecem. Fora isto, os canais de 1ª ordem quando ocupados agravam as inundações nos momentos de chuva. Transbordamentos se tornam mais freqüentes, considerado o aumento das impermeabilizações e o aumento da velocidade das águas, que chegam mais rapidamente ao centro da cidade, invadindo casas e destruindo bens materiais e muitas vezes vidas.

Pode-se afirmar que do ponto de vista da ocupação, as três bacias de drenagem começam a ser ocupadas em um mesmo momento, considerando-se que o Plano Koeler já previa a ocupação das mesmas. No entanto verifica-se que a bacia hidrográfica do Quitandinha, dentro da Planta do Major Koeler, era a que previa o maior número de quarteirões coloniais o que, associado à baixa altitude das nascentes e a um vale que apesar de estreito possibilitava a ocupação, explica o fato de atualmente esta bacia não possuir canais de 1ª ordem preservados.

TERESÓPOLIS

A cidade de Teresópolis apresenta uma evolução temporal da ocupação estruturada de modo semelhante à Petrópolis, sendo a atual configuração um resultado obtido a partir da ocupação inicial dos fundos de vale e das encostas após o fim de áreas de fundo de vale para ocupação.

Para o estudo em Teresópolis foram selecionadas algumas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Paquequer, a qual abriga a totalidade da área urbana da sede municipal.

Foram analisadas as bacias dos rios Meudon, do rio dos Amores e do rio Fisher, às quais se encontram incorporadas de modo parcial ou total ao tecido urbano da cidade de Teresópolis

A bacia do rio dos Amores abriga ainda ente as áreas de nascentes das Fontes Amélia e Judite as quais aparecem com destaque dentre os elementos de amenidades naturais urbanas de Teresópolis.

Foram observadas as seguintes características:

Tabela 6- Indicies morfométricos levantados em escala 1:50.000

| | AMORES | MEUDON | FISHER |
|---|---|---|---|
| Area (Km) | 5,9 | 12,00 | 9,84 |
| nº de nascentes | 8 | 16,00 | 16 |
| dens. de nascentes (p/km) | 1,36 | 1,33 | 1,63 |
| comp. De canais (m) | 9350 | 17050,00 | 17150 |
| dens de drenagem | 1,58 | 1,42 | 1,74 |

Fonte: SANTOS, 2004a

A bacia do Rio Meudon, é dentre as selecionadas aquela que apresenta o maior percentual de área urbanizada estando localizada na porção leste da cidade nas proximidades Rua Tenente Luiz Meireles.

No passado estas 16 áreas de nascentes se articulavam com a ocupação principalmente ao destinar-se ao abastecimento e ao lazer, em função da balneabilidade sendo por esta razão citadas no relatório turístico do município elaborado pela FLUMITUR (1978).

Atualmente, esta área se apresenta com um avançado quadro de alteração de seus ambientes fluviais, perdendo sua função de abastecimento e de balneabilidade, embora em alguns pontos ainda esteja relacionado ao lazer. Entretanto, este lazer se relaciona muito mais ao paisagismo elaborado no interior de alguns dos condomínios que nesta área ocupam principalmente as margens do canal principal. (SANTOS, 2004a)

A seqüência evolutiva a seguir demonstra a evolução da ocupação em quatro momentos distintos a saber os anos de 1956, 1966, 1976 e 1996. Este ambiente foi fortemente atingida por eventos catastróficos, como movimentos de massa no final de 2002.

Figura 7 Ocupação do Solo na Bacia do Rio Meudon. Fonte: VIEIRA & CUNHA, 2002

Este evento ocorrido em 2002 atingiu principalmente as nascentes da margem sul mais próximas a jusante, onde a ocupação se encontra mais consolidada. Tal resultado pode ser atribuído ao resultado de ocupação intensa em áreas de risco e forte precipitação, que na ocasião chegou a registrar até 110 milímetros em um único dia. (GAZETA DE TERESÓPOLIS, 2002).

Atualmente este trecho é o responsável pela ligação entre o centro da cidade a rodovia Teresópolis Friburgo, configurando-se como uma das áreas de expansão imobiliária.

Em áreas de declividade mais alta e mais próximas ao centro da cidade observa-se hoje, a ocupação intensa por habitações de baixa renda.

Observa-se ainda, nesta bacia a Área de Proteção Ambiental (APA) Jacarandá. De um modo gera toda a margem Leste do município de Teresópolis é marcada por um grande numero de ocupações irregulares, por vezes localizada em áreas de encostas elevadas e/ou com alto grau de inclinação, contrariando o código de obras, sendo atualmente um dos vetores de expansão imobiliária no município.

À medida que se avança em direção a rodovia Teresópolis-Friburgo, o que se percebe é que a ocupação passa a se realizar por populações de poder aquisitivo mais elevado em condomínios de classe média, limitando-se a não mais do que 100 metros de distancia para ambos os lados da Rua Tenente Luiz Meireles. Isto de certa forma fez com que os eventos ocorridos no final de 2002 não fossem de magnitude ainda maior. (SANTOS, 2004a)

Provavelmente esta presença de condomínios acabará atraindo para o seu entorno novas ocupações em áreas de risco reproduzindo o ambiente das proximidades do centro. Estas edificações novas poderão ser do mesmo nível das já existentes através de uma expansão do mercado imobiliário, ou de classes mais baixas atraídas pelas oportunidades de emprego através da prestação de serviços para os condomínios de luxo.

Destaca-se ainda que a bacia do Rio Meudon que é mais completa em termos de numero de agentes de alteração do ambiente urbano, por ser a única a apresentar todos os agentes supracitados.

A presença de promotores imobiliários, por ocasião dos empreendimentos imobiliários (condomínios, casas etc), o Estado, atuando no sentido de construção das rodovias e instalação de alguns prédios públicos, os proprietários capitalistas, com a presença de alguns empreendimentos, como postos de gasolina, supermercados e hotéis, os grupos sociais excluídos que ocupam as áreas mais próximas as encostas e por ultimo os proprietários fundiários que continuam a atuar na franja peri-urbana e no entorno da auto-estrada.

A bacia do rio dos Amores, abriga em seu interior a cascata dos Amores, a qual foi sem dúvida uma das primeiras áreas de atração de visitação, em função de uma aprasível queda d`água, a qual recebeu o nome de cascata dos amores, em função das constantes visitações de casais que estavam em busca de lugares tranqüilos e agradáveis para permanecerem. Esta que é resultante da conjugação de alta declividade e baixo índice de sinuosidade do canal atingindo a marca de 1,05. (SANTOS, 2004a)

Este ambiente apresenta formas marcadamente geométricas cujas feições podem ser classificadas como de uma vertente com radiais côncavas e contornos convexo, conforme apresentado por CRISTOFOLETTI (1974) no qual o gradiente mais elevado no seu topo que

vai, gradualmente perdendo seu ângulo de inclinação à medida que o vale sofre um alargamento de sua base.

Sua forma geométrica, aliada à presença de um substrato cristalino possibilitou a ocorrência de um fluxo em superfície que passou a se concentrar em uma área convergente deste substrato, possibilitando desta forma que seu leito, não apresentasse um fundo de vale entulhado.

De um modo geral os canais da porção norte desta bacia apresentam uma ocupação por residências de renda media e media-baixa, que muitas das vezes lançam parte do seu esgoto domestico nos canais existentes.

Neste ponto da bacia destaca-se a atuação dos promotores imobiliários, em conjunto com a prefeitura no papel do Estado, ao construir estruturas básicas urbanas, bem como algumas amenidades junto a esta amenidade natural, buscando assim valorizar o patrimônio turístico e incrementar a atividade de visitação a este ponto.

Ainda na porção norte da bacia destaca-se a presença da Fonte Amélia, a qual se encontrava de certa forma, protegida pela presença do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, à montante.

Entretanto, atualmente, seu entorno imediato se encontra comprometido em função da presença de construções residenciais, e até mesmo de um empreendimento médio porte do setor hoteleiro.

Especificamente neste caso observa-se a presença do grande capitalista de modo diferenciado através da presença de pousadas e hotéis, infra-estrutura básica para o desenvolvimento do turismo instalados ao redor da Fonte Amélia. Estes agentes foram os maiores responsáveis pela construção do espaço urbano neste ponto. À montante podem ser encontradas habitações de classe média baixa e a presença do Estado se faz notar pela infra-estrutura básica de áreas urbanas (asfaltamento, rede elétrica e de água e esgotos) e também pela atuação da Prefeitura no sentido de elevar o ponto de captação da Fonte Amélia, buscando com isso recuperar a qualidade das águas desta amenidade natural e revitaliza-la para o turismo e visitação.

Nos canais da porção sul destaca-se a presença da Fonte Judite, a qual é reconhecida como ponto turístico e vêm até hoje servindo a alguns moradores como única fonte d'água. (SANTOS, 2004a)

Neste ponto observa-se a presença de uma comunidade de baixa renda estabelecida no entorno à montante da fonte. Esta ocupação promoveu a abertura de ruas e construção de casas dentro de boa parte da área de captação desta fonte, desencadeando até mesmo um pequeno processo de escorregamento, no entorno imediato da fonte, ocorrido no verão de 2003 aumentando a carga de sedimentos naquele curso.

Outro fator de risco é a presença também no interior da área de captação desta nascente um centro de coleta e distribuição do lixo gerado na comunidade, a qual apresenta estruturas precárias, tornando possível a contaminação do aquífero.

Neste ambiente, o processo de urbanização se deu de forma diferenciada. Praticamente não se observa a presença dos promotores imobiliários, estando eles restritos a alguns pequenos pontos onde a ocupação se deu através da comercialização de áreas loteadas. Visualiza-se com nitidez a presença maciça de ocupações frutos de invasões e do processo de autoconstrução, sendo portanto o.espaço urbano deste trecho, um produto da ação dos grupos sociais excluídos. È interessante observar, que a omissão do Estado no sentido de fiscalizar e regulamentar a ocupação deste ponto, acabou permitindo que um ponto tradicional de visitação, que conta com a presença de um elemento de amenidade natural acabasse sendo incorporado ao ambiente urbano sem maiores preocupações, resultando em uma degradação bastante intensa.

Conclui-se que neste caso especifico que embora a qualidade ambiental desta área tenha sido alvo de intensas mudanças, seu papel em relação à ocupação urbana, não sofreu até o presente momento em termos qualitativos, ou seja, a fonte continua até o presente atendendo ao consumo e à visitação, embora quantitativamente o número de visitantes possa haver sido reduzido, e o suprimento para o consumo tenha sofrido um decréscimo considerável em termos percentuais para o contexto da população urbana. (SANTOS, 2004a)

A seqüência evolutiva da ocupação da bacia para os anos de 1956, 1966, 1976 e 1996 respectivamente, permite concluir que quase 45% de sua área apresenta-se atualmente já incorporada ao ambiente urbano.

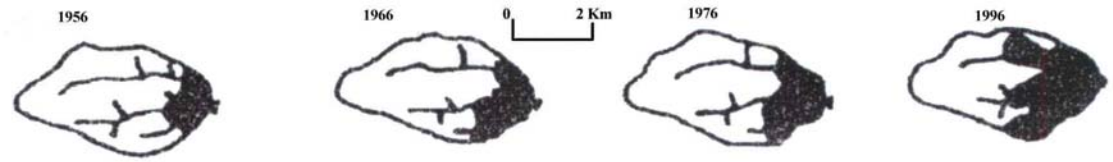


Figura 8 - Ocupação do Solo na Bacia do Rio dos Amores Fonte: VIEIRA & CUNHA, 2002

A bacia do Rio Fisher situada na periferia Nordeste (NE) da área urbana, apresenta como maior destaque a Cascata de mesmo nome, a qual lhe rendeu, em função de sua beleza, um lugar no inventário da FLUMITUR.

Sua ocupação é bastante recente, conforme se pode observar na seqüência evolutiva (dos anos de 1956, 1966, 1976 e 1996 respectivamente) sendo dentre as três bacias de Teresópolis destacadas àquela que apresenta em termos percentuais o menor grau de urbanização.

Figura 9 - Ocupação do Solo na Bacia do Rio Fisher. Fonte: VIEIRA & CUNHA, 2002

Sua ocupação está relacionada à expansão urbana recente de Teresópolis. Entretanto diferentemente da cidade, sua ocupação tem início nas cabeceiras de drenagem e somente após algum tempo se direciona a montante, rumo a queda d'água.

Este processo tem basicamente dois motores propulsores, o Estado, através da abertura da rodovia, nas imediações do canal principal, e os grupos sociais excluídos que passam a ocupar algumas áreas no entorno desta rodovia a partir do sistema de autoconstrução. Há também que se destacar a atuação dos proprietários fundiários, que antes da urbanização eram os proprietários daquela, área. Entretanto, sua atuação, diferentemente dos outros não deixa marcas tão explícitas no espaço neste caso.

Atualmente a queda d'água ainda vem sendo utilizada como ponto de visitação, entretanto a sua proximidade da estrada lhe confere um certo ar de periférica, não recebendo por conseqüência uma devida atenção.

Esta condição de periferia, tende a ser momentânea, já que esta é uma das novas áreas de expansão urbana estando gradativamente sendo incorporada ao tecido da cidade. O problema reside no tipo de urbanização presente o qual poderá se situar entre uma degradação completa da amenidade natural, ou uma incorporação benéfica para as populações estabelecidas em seu entorno, permitindo usos diferenciados para a cascata e suas águas.

## CONCLUSÕES

De modo geral, observou-se que as áreas de nascentes localizadas em ambientes já com alto grau de antropofização, encontram-se temporalmente muito distantes de sua função de suprimento de água para atividades produtivas e um pouco menos da função de fonte de abastecimento da sua população de entorno.

Este passado longínquo não impede que as mesmas ainda apresentem importante papel no contexto urbano, entretanto muito mais relacionados ao setor turístico e de visitações do que ao saneamento propriamente dito, como no caso das fontes Amélia e Judite em Teresópolis. Embora se careça de uma analise química da qualidade das águas proveniente destas fontes, observa-se em seu entorno um alto grau de urbanização, principalmente a sua jusante, que se direciona para o fundo de vale, a área mais urbanizada do município de Teresópolis (SANTOS, 2004a)

Atualmente estas fontes apresentam-se muito mais como uma rugosidade no espaço, atendendo a um numero pequeno de habitantes, e em maior quantidade, a visitantes e turistas que ainda insistem em lançar mão destas águas, mesmo que para um uso menos nobre como o banho.

A manutenção de parte de Status passado se deu porque a montante de ambas se encontra o Parque Nacional da Serra dos Órgãos, o qual ainda contribui para a manutenção de uma “boa imagem” destas fontes junto à opinião publica.(SANTOS, 2004a)

No caso de Petrópolis, a manutenção da qualidade da água verificada em canais de 1ª ordem nas bacias do Piabanha e do Palatinato, se deu muito em função do consumo humano, tanto na aquisição da água nas nascentes do Piabanha e comercialização realizada pela Água Mineral Petrópolis, quanto na captação nas cabeceiras de drenagem do Palatinato pela Cia. Águas do Imperador.

Conclui-se, portanto que a presença destas amenidades ambientais (fontes e unidades conservação), somadas a outras pertinentes ao caso da região serrana do estado do Rio de Janeiro como o clima ameno tem atuado conjuntamente para a criação de uma imagem positiva das áreas de nascentes, permitindo um maior valorização das mesmas para o conjunto da sociedade.

Neste sentido podem atuar o Estado, através do poder publico municipal diretamente, através da criação de áreas de conservação e parques ou através da atuação conjunta ao setor turístico atraindo para o entorno destas áreas agentes dos setores econômicos diretamente interessados, como hotéis e pousadas que podem se bem articulados, através de incentivos fiscais ou parcerias podem contribuir com o poder público para a gestão deste patrimônio municipal.

Obviamente esta ação somente terá efeito em ambientes onde exista um considerável grau de preservação da amenidade ambiental e um certo nível de desenvolvimento, já que dificilmente uma prefeitura consiga atrair um hotel ou pousada para uma área de baixo desenvolvimento humano como favelas. Neste caso a atuação do poder público municipal é mais limitada por depender de políticas mais abrangentes como da elevação da qualidade de vida e das políticas de habitação, quase sempre realizadas em parcerias com outros níveis da administração publica e bancos como a caixa econômica federal.

Outra atuação importante para o poder municipal, seria a promoção de ocupações menos impactantes em ambientes cujos indicadores de sensibilidade e importância econômica e ambiental para o conjunto do município sejam elevadas.

Neste sentido as ocupações de níveis de renda mais elevados em municípios como Teresópolis e Petrópolis, cujo grau de verticalização ainda é diminuto, tendem a ser menos impactantes por promoverem uma ocupação menos densa com a manutenção de áreas

gramadas e parques, contribuindo para redução dos índices de escoamento superficial e sub-superficial e conseqüente aumento das taxas de infiltração.

Para estas áreas e também para outras cuja ocupação de baixa renda esteja consolidada uma alternativa viável e a utilização de pavimentos capazes de aumentar a permeabilidade do solo contribuindo para a manutenção dos níveis do lençol freático. Estas medidas podem e devem vir acompanhadas de medidas junto a comunidade de seu entorno capazes de promover a valorização destes ativos ambientais.

Como mecanismos de valorização destas áreas, destaca-se a criação e manutenção de ambientes públicos, tais como parques e jardins nas áreas de entorno e nas faixas de proteção marginais dos canais em conjunto com programas de educação ambiental em escolas e outros organismos da comunidade.

Outro ponto importante é que e a ocorrência destes ambientes, conforme mencionado a priori, é comumente concidente com a faixa de transição entre domínios de processos geomorfológicos de encostas e de natureza fluvial. Partindo deste pressuposto, outra medida importante é a atuação interdisciplinar sentido implementação de processos de estabilização de encostas, que conjuntamente com medidas legais de ordenamento como fixação dos gabaritos máximos e da área máxima de impermeabilização possibilitam uma redução dos riscos geomorfológicos e geotécnicos.

Em suma, pode-se afirmar que as áreas de nascentes já urbanizadas, devem ser alvo de medidas corretivas que visem potencializar o seu uso no contexto urbano, valendo-se de mecanismos de articulação e/ou controle dos atores sociais responsáveis pela constituição do solo urbano naquele trecho em conjunto com a atuação técnica visando à redução de riscos geomorfológicos e geotécnicos em áreas já urbanizadas.

Destaca-se a necessidade de medidas preventivas de intervenção em áreas de nascente situadas nas periferias das áreas densamente urbanizadas ou em rotas de futuras expansões imobiliárias.

Neste caso, assim como em áreas já urbanizadas, não se pode abrir mão dessas medidas preventivas de caráter técnico, visando reduzir os riscos geomorfológicos decorrentes de futuras apropriações urbanas.

Outra medida plausível, mas dependente de uma articulação entre as prefeituras e órgãos federais é a incentivação da criação de RPPNs as quais entregam ao proprietário privado a concessão do dever de preservação do patrimônio em troca de isenções fiscais. Entretanto estas medidas ainda carecem de um estudo mais detalhado em função do seu maior grau de complexidade.

Cabe destacar que a massa de dados previamente levantada tende a fornecer ao tomador de decisão uma síntese de dados das condições ambientais, e socioeconômicas, de todo o recorte espacial, permitindo a comparação entre as mesmas e um conhecimento potencial e real da disponibilidade de áreas de nascentes em todo o Território municipal. Desta forma, esta mesma massa de dados, também pode servir como suporte à decisão para a "importação" de soluções adotadas em áreas de elevada semelhança biogeofisica e que tenham obtido êxitos em suas políticas de intervenção.

Conclui-se este trabalho, destacando que a gestão de recursos hídricos pode ter um elevado grau de contribuição do poder publico local, principalmente no que diz respeito ao aprimoramento do artigo nº 4 em seu parágrafo V, o qual destaca a necessidade da articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

O município possui através de instrumentos como o Plano Diretor, a capacidade para o estabelecimento do zoneamento na sua esfera de atuação, sendo dotado de alguns poucos porem eficientes instrumentos indutores, tais como a política de tributação territorial e

criação de unidades de conservação, parques, jardins e o estabelecimento de parcerias entre a comunidade, empresários e o poder publico.

O tema é pouco abordado em estudos de áreas urbanas, visto que estes canais, em geral, se situam distantes dos centros das cidades e são em geral ignorados. O fato de serem numerosos e pequenos faz com que sejam pouco explorados em estudos de áreas urbanas e alguns não são sequer percebidos.

A expansão de Petrópolis envolveu fatores ambientais, econômicos, sociais, culturais e políticos. Desde sua fundação, a cidade foi se estabelecendo longo dos cursos do Piabanha, Palatinato e Quitandinha. Com o crescimento demográfico, surgiu a necessidade da incorporação de novas áreas ao tecido urbano iniciando a ocupação do entorno das cabeceiras de drenagem. Do total de canais analisados, 52% estão parcial ou totalmente inseridos na área urbana.

Os impactos sociais e ambientais desta ocupação são evidentes. Situados em áreas de topografia íngreme, são comuns os deslizamentos de terras nas áreas das três bacias analisadas. O agravamento do problema das enchentes durante as chuvas, principalmente durante o verão, reflete o alto nível de impermeabilização dos canais de 1ª ordem que, com a menor capacidade de infiltração, passam a escoar superficialmente mais rápido as águas pluviais.

O abastecimento de água para a população da cidade também fica comprometido, dada a redução da qualidade da água dos canais e do número total dos mesmos.

As intervenções e os planos de ordenamento deveram sempre adotar o espaço já urbanizado como elemento subsidiário na elaboração de políticas de ordenamento territorial para espaços ainda não urbanizados mas em rota de expansão urbana.

Outro ponto importante aqui levantado foi a reconstituição da importância ambiental e econômica das áreas de nascentes ao longo do desenvolvimento urbano, sendo possível a explicitação desta conclusão a partir da investigação histórica do processo de uso e ocupação de seu entorno, bem como do reconhecimento dos agentes modeladores do uso do solo responsáveis. Através desta medida é possível constituir diagnosticar com precisão o tipo de ator, suas medidas e suas conseqüências para o ambiente de áreas de nascentes, elemento fundamental na elaboração de medidas técnicas e gerencias que visem aumentar a articulação destas áreas ao ambiente urbano e a maximização de seus benefícios para população de seu entorno e visitantes.

A inserção de dois municípios neste trabalho visa também mostrar as possibilidades de avaliações de caráter regional. Trabalhos nesta direção poderiam congregar estudos de áreas de nascentes em  áreas de nascentes, como aqui, estudos em áreas rurais ou em ambos.

Por último, buscou-se destacar o papel fundamental da geomorfologia no diagnostico e prognostico para estudos em áreas de nascentes, bem como a pertinência da informação quantitativa para estudos desta natureza, sem diminuir em nada o papel da teoria geral da geografia no que diz respeito aos aspectos da articulação entre espaço, natureza e sociedade e das teorias da geografia urbana em relação a ação dos modeladores do uso do solo urbano, embasamento teórico sem o qual jamais seria possível a construção de verdadeiro plano de ordenamento territorial em áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS

CORREA, R. L. O Espaço Urbano. São Paulo: Ática, 1989

CRISTOFOLETTI, Geomorfologia. São Paulo: Editora Blucher, 1974. 149p.

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográficas IN: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (org.) Geomorfologia do Brasil. – 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.392 pp.

FARIA, A. P. Dinâmica e Fragilidade das Bacias Fluviais de 1ª Ordem. Dissertação de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996.216pp.

_____. As Conseqüências da Erosão em Microbacias Sobre os Canais Efêmeros Intermitentes e Perenes. Caderno de Geociências, Rio de Janeiro, n 11, p. 67-83 jul./set. 1994

FLUMITUR. Inventário Turístico do Município de Teresópolis. Rio de Janeiro. 1974

GAZETA DE TERESÓPOLIS. Chuva Causa Morte e Destruição em Teresópolis. Editorial, 2002

GONÇALVES, Luís Fernando Hansen. Avaliação e diagnóstico da distribuição espacial e temporal dos movimentos de massa com a expansão da área urbana em Petrópolis/RJ – Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro,1998.126pp.

IBGE. Contagem da População, 2000 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 24/11/2004.

CORREA, R. L. O Espaço Urbano. São Paulo: Ática, 1989

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Manoli. Rio de Janeiro.2004.

PMP, Lei de Uso, Parcelamento e Ocupação do Solo do Município de Petrópolis (LUPOS). D.O, 28/05/1998.

____, Plano Diretor de Petrópolis. D.O.1992.

____, Plano Diretor de Petrópolis. Revisão e Atualização, D.O, 19/12/2003..

RABAÇO, H. J. História de Petrópolis. Petrópolis: Instituto Histórico de Petrópolis, 1985. 140pp.

RODRIGUES, V. E. S. Implicações Ambientais da Expansão Urbana em Áreas de Cabeceira de Drenagem: O Caso de Petrópolis – RJ. Monografia de final de curso. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2005, 119pp.

SANTOS, R. M.. A Incorporação de Ambientes de Áreas de Nascente ao Espaço Urbano: O caso de Teresópolis – RJ. Monografia de final de curso. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2004, 116pp.

_____ Qualidade de dados Qualidade de Dados em Sistemas Geográficos de Informações (SIGs). Manuscrito 2004b

SOUZA, A.G. S. (Coord.). Zoneamento Ambiental da APA/Petrópolis, 2001. CD-ROM.

VIEIRA, V. T. & CUNHA, S. B. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). IN: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (org.). Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. –2ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 416pp.